

И.А. Панкина, кандидат технических наук, доцент;
Л.М. Борисова, кандидат химических наук, доцент;
Е.С. Белокурова, кандидат технических наук, доцент,
*ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный торгово-
экономический университет»*
(г. Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, д.50, тел. 8(812)297-36-24
E-mail pankina_ilona@front.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

В соответствии с Концепцией государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации в работе подчеркнута актуальность использования зернобобовых культур в качестве перспективных источников растительного белка. Качество семян бобовых культур, наряду с технологией и оборудованием, играет решающую роль в достижении высокой эффективности производства. Посредством выбора рациональных режимов подготовительных процессов достигается стабилизация параметров технологических свойств зерна. Знание анатомических характеристик, физических и технологических свойств зерна позволяет повышать эффективность производства и улучшать качество продукции. При решении поставленных задач определен выбор объектов исследования – семян коллекции генетических ресурсов зернобобовых культур Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова с известными характеристиками, выделенными источниками ценных признаков, наиболее перспективных для использования в пищевых технологиях.

В статье представлены результаты исследования физических свойств зернобобовых культур: нута, чечевицы, сои и люпина. Приведены морфологические особенности исследуемых объектов. Проведен сравнительный анализ некоторых показателей качества, характеризующих потребительскую ценность семян. Проанализированы геометрические характеристики (линейные размеры зерна, площадь внешней поверхности, объем, показатель (сферичности), которые изменяются в широких пределах у всех представленных зернобобовых культур. Определенный интерес представляют результаты исследований по люпину узколистному, отсутствующие в литературных источниках. Показана взаимосвязь между различными показателями физических свойств зернобобовых культур, их влияние на крупность – одну из важнейших характеристик

потребительской ценности зерна. Обсуждено влияние физических характеристик семян зернобобовых культур на скорость разваривания.

Ключевые слова: зернобобовые культуры, нут, чечевица, соя, люпин, качество зерна, технические характеристики, технологические свойства.

I.A. Pankina, Candidate of Technical Sciences, associate professor;
L.M. Borisova, Candidate of Chemistry, associate professor;
E.S. Belokurova, Candidate of Technical Sciences, associate professor,
FSBEI HPE "Saint-Petersburg State University of Trade and Economics"
(Saint-Petersburg, Novorossiyskaya Str., 50, tel.: 8(812)297-36-24; e-mail
pankina_ilona@front.ru)

STUDY OF PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL TRAITS OF SEEDS OF LEGUMINOUS CROPS

According to the Concept of governmental policy of healthy food in the Russian Federation the paper considers a necessity to use leguminous crops as a promising source of vegetable protein. The quality of seeds of leguminous crops together with technology and equipment play an important part in gaining high production efficiency. The stabilization of technological parameters of grain properties can be achieved by the choice of proper regimes of preparing processes. Knowing anatomic characteristics, physical and technological properties of grain, it's possible to increase productive efficiency and to improve quality of products. To decide all the tasks we determined the subject of study. They are the seeds from the collection of genetic resources of leguminous crops cultivated in All-Russian Research Institute of Plant-growing after N.I. Vavilov. The seeds possess well-known traits, allocated sources of valuable traits which are more perspective for use in food technologies. The article gives the results of study of some physical and morphologic traits of such leguminous crops as chickpeas, lentils, soybean and lupine. The comparative analysis of some qualitative traits which characterize consumer value of seeds has been carried out. Some geometric traits such as a linear grain size, an external surface area, volume, indicator, sphericity, which vary broadly for all mentioned leguminous crops have been analyzed. The results of study of lupine are of great interest because there's a lack of the data in literature. The article presents interconnection among different indicators of physical properties of leguminous crops, their effect on the size, which is one of the most important characteristics of consumer value of grain. The influence of physical characteristics of leguminous crops on the velocity of cooking is being discussed.

Keywords: leguminous crops, chickpeas, lentils, soybean, lupine, grain quality, technical characteristics, technological properties.

Введение. В Концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации определены основные направления по производству продуктов, способствующих поддержанию и коррекции здоровья. Особую тревогу вызывает дефицит белка. Доля белков зернобобовых культур составляет около 1/3 суммарного мирового производства растительного белка. В этой связи определенный интерес представляет изучение физических и технологических свойств наиболее перспективных зернобобовых культур: сои, нута, чечевицы и люпина. Технологические свойства являются производными от группы первичных свойств, а также от особенностей анатомического строения зерна [1].

Целью работы является исследование физических характеристик зерен бобовых культур и попытка коррелятивно связать их с таким технологическим свойством, как развариваемость, определяющая выход и качество готовой продукции.

Материалы и методы. Для исследования были выбраны зернобобовые культуры коллекции ВИР: 1) люпин, сорт Снежеть, место выращивания –Брянская область; 2) соя, сорт Уссурийская 211, место выращивания-Краснодарский край; 3) чечевица, сорт Петровская 6, место выращивания-Пензенская область; 4) нут, сорт Юбилейный, место выращивания – Саратовская область.

Образцы зернобобовых культур исследовали по действующим нормативно-техническим документам. Для оценки физических свойств определяли геометрические характеристики зерна, площадь внешней поверхности, объем семян, сферичность, крупность и выравненность семян, натуру, массу 1000 семян, физическую плотность [1]. Данные таких исследований для люпина узколистного в литературе отсутствуют, впервые определены в работе [2].

Геометрические характеристики зерна измеряли и рассчитывали по формулам [1].

1. Показатель сферичности: $\Psi = F_{\text{ш}}/F_3$,

где $F_{\text{ш}}$ - площадь верхней поверхности шара; $F_{\text{ш}} = 4\pi r^2$; $r_v = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$

где V - объем зерна; F_3 - площадь внешней поверхности зерна.

2. Площадь внешней поверхности зерна: $F_3 = \pi/9(a+b+l)^2 \approx 0,35(a+b+l)^2$,

где a, b, l - линейные размеры зерна.

3. Объем зерна: $V = kabl$, где k - коэффициент, учитывающий особенности формы зерна.

Линейные размеры семян определяли с помощью электронного штангенциркуля ШЦЦ-4 (средние из 10 параллельных измерений для каждого образца). Натурный вес устанавливали с помощью метрической пурки. При установлении *абсолютного веса* (вес

1000 зерен) отсчитывали две группы семян по 500 штук. Плотность семян определяли пикнометрическим методом. Все взвешивания проводили на аналитических весах HR–60 фирмы "A&D" (Япония) с точностью взвешивания 0,1 мг. Для определения выравненности по крупности применяли ситовой анализ. Обработку данных проводили с помощью компьютерных программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel.

Результаты. Существует несколько точек зрения на характеристику технологических свойств. С одной стороны, технологические свойства делятся на физические, физико-химические и свойства, определяющие направления использования зерна (мукомольные, хлебопекарные, макаронные и т.д.). С другой, технологические свойства связаны с физическими свойствами и особенностями анатомического строения зерна [3]. Поэтому немаловажным является исследование морфологических характеристик зерна. Такие данные для семян исследуемых зернобобовых культур приведена в табл. 1.

1. Морфологическая характеристика семян зернобобовых культур.

Культура	Характеристики семян		
	цвет	форма	поверхность
Люпин	Белый с желтоватым оттенком	Округло-почковидная, слегка приплюснутая с боков	Гладкая
Нут	Светло-бежевый	Округло-угловатая	Волнистая
Соя	Светло-желтый	Овальная, выпуклая	Гладкая
Чечевица	Коричневый с зеленоватым оттенком	Сплюснутая, двояковыпуклая, линзовидная	Гладкая

Рубчик (только у семян люпина и сои) слабо вытянут и окрашен темнее семени. Семена образцов отличаются по цвету, форме и характеру поверхности.

Геометрические характеристики изменяются в широких пределах (табл. 2 и 3). Так, длина зерна (l) различается в 1,08 (у нута и чечевицы) и в 1,22 раза (у люпина). Ширина (a) варьирует в пределах от 1,08 (у чечевицы) до 1,17 раза (у люпина). Толщина (b) изменяется от 1,05 (у нута) до 1,38 раза (у чечевицы).

2. Линейные размеры семян различных бобовых культур

Культура	Линейные размеры, мм		
	длина, l	ширина, a	толщина, b
Люпин	7,16±0,71	6,36±0,51	5,11±0,38
Нут	7,41±0,29	7,39±0,31	7,60±0,18
Соя	7,62±0,37	5,91±0,32	4,73±0,28
Чечевица	7,08±0,27	7,08±0,28	2,42±0,39

3. Геометрические характеристики семян зернобобовых культур

Сорт	Коэффи	Объем V, мм ³	Площадь	Показатель	Отношение
------	--------	--------------------------	---------	------------	-----------

	циент К		внешней поверхности F, мм ²	сферичности ψ	V/F, мм
Люпин	0,4852	113,56±23,80	121,54±18,03	0,93±0,01	0,92±0,07
Нут	0,5246	171,25±5,29	175,36±6,55	0,96±0,03	0,98±0,02
Соя	0,5451	115,92±3,04	116,75±9,72	0,92±0,02	0,99±0,01
Чечевица	0,5049	61,25±4,25	95,81±7,04	0,78±0,02	0,64±0,02

Одним из важнейших признаков, определяющих качество той или иной продукции, является ее однородность, прежде всего однородность по крупности, то есть линейным размерам. Зерна мелкой и крупной фракции по-разному реагируют на изменение внешних условий (режимы хранения и переработки).

Максимальными значениями объема и площади внешней поверхности обладают семена нута, наименьшими - семена чечевицы. Показателями, характеризующими форму зерна, считаются коэффициент К и показатель сферичности ψ. По некоторым данным, форму зерен бобовых культур, таких как горох и соя, считают шаровидной, при этом К=0,56. Значение К для исследуемых образцов изменяется в диапазоне от 0,5049 до 0,5451. Если значение ψ приближается к 1, то наиболее вероятна форма шара. Среди объектов исследования формой, наиболее близкой к шару, характеризуется нут.

Отношение объема зерна к площади его внешней поверхности V/F (характеристический размер) имеет большое значение для организации процессов тепломассопереноса [1]. Важным показателем качества сельскохозяйственной продукции является ее выравненность, характеризующая степень однородности массы. Для определения выравненности по размеру продукции проводили ситовой анализ. Были составлены вариационные ряды изменчивости зерен бобовых культур по крупности, определен их фракционный состав (табл.4).

4. Вариационные ряды изменчивости семян по крупности

Культура	Сход с сит с отверстиями диаметром, мм					Всего %	Выравненность зерна, %
	7	6	5	4	3		
Люпин	2,07	23,98	72,11	1,84	0,00	100	96,09
Нут	57,66	33,05	9,27	0,00	0,00	100	90,72
Соя	1,45	1,15	94,64	0,77	0,00	100	95,79
Чечевица	29,40	42,03	28,56	0,00	0,00	100	71,43

Степень выравненности для всех образцов высокая, т.к. превышает 70 %.

Большое значение для вида и сорта имеет показатель массы 1000 зерен, с которым связаны посевные и товарные качества. Установлено, что культурой с наиболее крупными зернами, и, следовательно, высокими значениями массы 1000 зерен, является нут (226±4

г), затем соя (152 ± 3 г), люпин (138 ± 3 г), чечевица (82 ± 1 г.).

Другим показателем качества, характеризующим потребительскую ценность зерна, является физическая плотность зерна ρ (г/см^3). Определена плотность семян исследуемых образцов: $1,2307 \pm 0,0011$ г/см^3 (соя), $1,2549 \pm 0,0044$ г/см^3 (люпин), $1,2843 \pm 0,0061$ г/см^3 (чечевица), $1,3684$ г/см^3 (нут)

Значения натуры (г/л) зависят от сферичности, плотности, крупности, состояния поверхности зерен (шероховатость и т.п.). Самым низким значением натуры отличается чечевица ($664 \pm 1,8$ г/л), более высокие значения у сои ($730,7 \pm 2,3$ г/л), нута ($736,8 \pm 2,5$ г/л), люпина ($785,6 \pm 3,6$ г/л) [2,3].

Исследовали также развариваемость семян зернобобовых культур, определяющую в значительной мере их пищевую ценность.

Многочисленные исследования показывают, что разрыв оболочек не может являться единственным критерием развариваемости семян бобовых культур. Нередко оболочки остаются целыми, а семядоли становятся мягкими. Это говорит о том, что семена вполне пригодны для потребления. По нашему мнению, разваривающимися следует считать те семена зернобобовых культур, которые в процессе варки дошли до такого состояния, при котором их семядоли очень легко разрушаются при разжевывании. В этом случае оболочки могут быть целыми или лопнувшими.

Исследования по изучению разваривания зерна показали, что наилучшей развариваемостью обладает чечевица, имеющая низкие значения геометрических характеристик и натуры. Более мелкое зерно быстрее увлажняется и прогревается, в нем быстрее завершается распределение влаги, что существенно влияет на технологические свойства зерна.

Время разваривания чечевицы составляло 50 минут, сои – 140 мин., нута – 190 минут. Зерно люпина осталось неразваренным при тех же условиях варки.

Сравнением значений показателей массы 1000 зерен выявлено, что у люпина этот показатель (138 ± 3 г) меньше, чем у сои (152 ± 3 г) и нута (226 ± 4 г). Показатель массы 1000 зерен люпина, увеличиваясь с возрастанием крупности зерна и его плотности, уменьшается с увеличением содержания семенных оболочек. Видимо, одним из решающих факторов, влияющих на скорость разваривания зерна, является толщина семенной оболочки. Обычно семенная оболочка у зернобобовых культур составляет 6-11 % от массы зерна [4]. У люпина узколистного толщина семенной оболочки достигает 22% [2]. Самая тонкая оболочка среди исследуемых культур у семян чечевицы, а наибольшая толщина семенной оболочки – у люпина.

Заключение. Качество зерна – широкий комплекс признаков, число которых с

развитием науки о зерне все больше возрастает. Технологические свойства – производные от группы первичных свойств, включающих физические, биохимические, структурно-механические, теплофизические, а также особенности анатомического строения зерна. Однозначную корреляцию между отдельными физическими свойствами и развариваемостью выявить трудно, так как имеет место сложная зависимость от многих дополнительных факторов: влажность, режим послеуборочной обработки, условия хранения и др. Однако, наблюдается связь развариваемости зерна с некоторыми особенностями его строения. Поэтому исследование первичных свойств зерна является необходимым, дает более полную картину для характеристики технологических свойств и возможностей использования зернобобовых в производстве пищевых продуктов.

Литература

1. *Егоров, Г.А.* Управление технологическими свойствами зерна/Г.А. Егоров. - М.: Издательский комплекс МГУПП, 2005. - 292 с.
2. *Панкина, И.А.* Технология приготовления пищевого белкового полуфабриката из зерна люпина узколистного (*L. angustifolius* L.) и кулинарной продукции на его основе: дис. ... кандидата технических наук: 05.18.16 / СПбТЭИ. – СПб., 2006.– 171 с.
3. Товароведение и экспертиза зерно-мучных и плодоовощных товаров: Учеб. пособие / А.Ф. Шепелев, И.А. Печенежская, А.С. Туров, О.И. Кожухова. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002.- 224 с.
4. *Крюк, И.Ф.* Биохимия и товароведение семян зернобобовых культур и продуктов их переработки/ И.Ф. Крюк.–Минск. 1961. – 275 с.

Literature

1. *Egorov, G.A.* Management of technologic properties of grain/ G.A. Egorov.– M.: Publ. complex MUFP, 2005. - 292 p.
2. *Pankina, I.A.* Technology of making of semi-finished protein food from lupine (*L. angustifolius* L.) and cooking with it: synopsis of cand.of tech.sc.: 05.18.16 / S.Pet. 2006.– 171 p.
3. Commodity research and expertise of food from grain and fruit and vegetable products: handbook/ A.F. Shepelev, I.A. Pechenezhskaya, A.S. Turov, O.I. Kozhukhova. – Rostov-on-Don: Feniks, 2002. – 224 p.
4. *Kryuk, I.F.* Biochemistry and commodity research of leguminous crops and products of their processing/ I.F. Kryuk.- Minsk, 1961. – 275 p.